

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 198 50 041 A 1

Int. Cl.⁷:
C 09 J 5/00
C 03 C 29/00
F 16 B 11/00

21 Aktenzeichen: 198 50 041.6
22 Anmeldetag: 30. 10. 1998
43 Offenlegungstag: 4. 5. 2000

DE 198 50 041 A 1

(71) Anmelder:
FESTO AG & Co, 73734 Esslingen, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter &
Abel, 73728 Esslingen

(72) Erfinder:
Post, Peter, Dr., 73760 Ostfildern, DE; Muth,
Andreas, Dr., 73230 Kirchheim, DE; Vollmer,
Herbert, Dr., 73274 Notzingen, DE; Weinmann,
Michael, Dr., 73655 Plüderhausen, DE; Lutz,
Gerhard, Schlins, AT; Dommann, Alex, Prof.
Dr.sc.nat., Buchs, CH; Lippunger, Urs, Buchs, CH

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

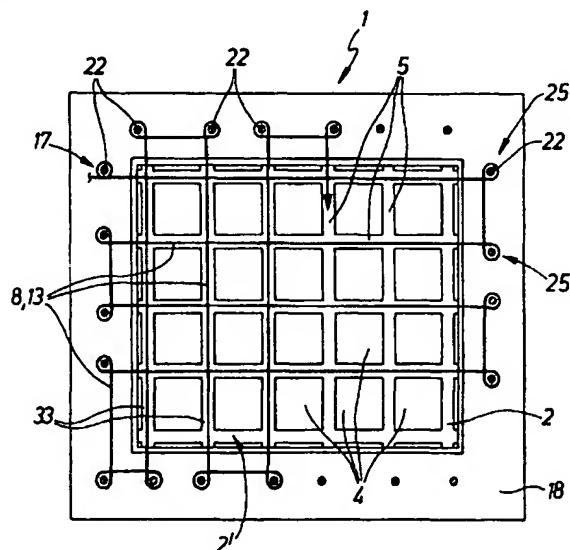
DE	196 02 318 C1
DE	21 27 599 B2
DE	197 39 717 A1
DE	197 31 075 A1
DE	196 03 023 A1
DE	44 14 915 A1
DE	43 18 407 A1
DE	42 21 089 A1
DE	39 26 647 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Mikrotechnologisches Bondverfahren und zugehörige Vorrichtung

(57) Es wird ein mikrotechnologisches Bondverfahren zur Herstellung einer Klebeverbindung zwischen zwei Körpern (2, 3) vorgeschlagen, wobei im Bereich der zu verklebenden Zonen (5) ein Klebstoff (8) platziert wird. Als Klebstoff kommt mindestens ein bei Erwärmung schmelzender und dabei eine Klebewirkung entfaltender biegeflexibler Kleberfaden (13) zur Anwendung, der eine definierte Querschnittsform aufweist und der entlang den zu verklebenden Zonen (5) verlegt wird. Es wird ferner eine sich zur Durchführung dieses Verfahrens besonders eignende Vorrichtung vorgeschlagen.



DE 198 50 041 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein mikrotechnologisches Bondverfahren zur Herstellung einer Klebeverbindung zwischen zwei Körpern bei der Fertigung von Mikrosystem-Komponenten, beispielsweise von Mikroventilen, wobei im Bereich der zu verklebenden Zonen wenigstens einer der zu verklebenden Flächen ein Klebstoff plaziert wird. Ferner betrifft die Erfindung eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung.

In der Mikrosystemtechnik eingesetzte Komponenten bestehen regelmäßig aus mehreren durch Mikrostrukturierungsverfahren hergestellten plattenartigen Körpern, die aufeinander geschichtet und durch Bonden fest miteinander verbunden sind. Eine besonders relevante Art derartiger Mikrosystem-Komponenten sind sogenannte Mikroventile, deren einzelne Bestandteile mikromechanisch bearbeitet sind und die in der Fluidtechnik zur Anwendung gelangen.

Eine mögliche Art des Bondens besteht im Verkleben der betreffenden Körper. Gemäß Fachbuch "Grundlagen der Mikrosystemtechnik", Gerlach/Dötzel, Carl Hanser Verlag München, 1997, Seite 157 wird dabei der Klebstoff bisher durch Dispensen, durch Siebdruck oder durch Stempeldruck aufgebracht. Diese Verfahren haben allerdings den Nachteil, daß sich die Klebstoffmenge nur sehr ungenau dosieren läßt, woraus das Problem resultiert, daß entweder zu wenig Klebstoff aufgebracht wird, was die Dichtheit der Verbindung beeinträchtigen kann, oder daß zuviel Klebstoff aufgebracht wird, was die Funktionsfähigkeit der neben den zu verklebenden Zonen befindlichen Mikrostrukturen beeinträchtigen kann.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren mit zu ihrer Durchführung geeigneter Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der sich ein sehr exakt platzierbarer und zugleich genau dosierbarer Klebstoffauftrag durchführen läßt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist im Zusammenhang mit dem eingangs genannten Bondverfahren vorgesehen, daß als Klebstoff mindestens ein erst bei bestimmten äußeren Einwirkungen eine Klebewirkung entfaltender Kleberfaden mit definierter Querschnittsform verwendet wird, der entlang den zu verklebenden Zonen verlegt wird.

An die Stelle der Verwendung pastöser oder flüssiger Klebstoffe tritt nun ein als Kleberfaden bezeichneter faden- oder faserartiger Klebstoffstrang, der sich wegen des gegebenen inneren Zusammenhalts sehr leicht in einer gewünschten Weise bzw. in einem gewünschten Verteilungsmuster über der zu verklebenden Fläche verlegen läßt. Da sich ein solcher Kleberfaden problemlos mit einer definierten Querschnittsform versehen läßt, beispielsweise durch entsprechende Kalibrierung bei der Herstellung, läßt sich die Klebermenge sehr exakt dosieren; es ist lediglich ein Kleberfaden mit entsprechender Querschnittsgeometrie zu verwenden. Da sich die wesentliche Klebewirkung erst bei spezifischen, insbesondere vom Klebermaterial abhängigen äußeren Einwirkungen entfaltet, läßt sich der Kleberfaden zuvor aufgrund der dann noch nicht vorhandenen oder nur geringen Haftungstendenz sehr einfach an den gewünschten Stellen positionieren, wobei unter Umständen auch noch Lagekorrekturen vorgenommen werden können. Selbst komplizierte Verläufe von Klebezonen lassen sich problemlos realisieren, ohne daß Topf- und Verarbeitungszeiten des Klebstoffes begrenzend auf die Menge der zu verklebenden Strukturen Einfluß nehmen würden.

Vorteilhafte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Als Klebstoff wird insbesondere ein Kleberfaden verwendet, der seine Klebewirkung erst bei Energiezufuhr entfaltet,

wobei es sich beispielsweise um einen bei Erwärmung schmelzenden Kleberfaden handeln kann, so daß von einem Schmelzkleber gesprochen werden kann.

In vorteilhafter Ausgestaltung des Verfahrens besteht der insbesondere über biegeflexible Eigenschaften verfügende Kleberfaden aus einem thermoplastischen Kunststoffmaterial. Er wird zweckmäßigerweise im noch nicht klebenden Zustand im Bereich der zu verklebenden Zonen plaziert. Alternativ könnte als Klebstoffmaterial beispielsweise Lot bestehend aus einer Metallegierung oder ein Glaslot oder ein Reaktivklebstoff zur Anwendung gelangen.

Die Verlegung des Kleberfadens kann unter Verwendung einer geeigneten Haltestruktur mit geringfügigem Abstand zur zu verklebenden Fläche erfolgen. Eine solche Haltestruktur kann beispielsweise über stiftartig ausgebildete Haltemittel verfügen, die neben dem betreffenden Körper angeordnet sind und an denen der Kleberfaden fixiert wird, so daß er die zu verklebende Fläche ein- oder mehrfach überspannt.

Um mehrere von Klebstoff umrahmte Körperbereiche zu erhalten, kann der Kleberfaden mit Überkreuzkonfiguration verlegt werden. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn die zu bondenden Körper jeweils einen Waververbund darstellen, der eine Vielzahl mikrostrukturierter Einheiten bzw. Chips umfaßt, die erst nach dem Verkleben zum Erhalt der gewünschten Komponenten vereinzelt werden. Durch die Überkreuzkonfiguration lassen sich beispielsweise Einzelchips von quadratischer, rechteckiger oder rautenförmiger Gestalt realisieren. Dabei kann ein einzelner, ununterbrochen durchgehender Kleberfaden zur Anwendung gelangen oder man kann auf mehrere Einzelfäden zurückgreifen, indem man beispielsweise zwei mit Querverlauf übereinanderliegend angeordnete Scharen zueinander paralleler Kleberfäden einsetzt. Denkbar wäre auch ein Verlegen des Kleberfadens in Gestalt einer vorgefertigten Maskenstruktur mit beispielsweise gitterartigem Aufbau.

Eine weitere zweckmäßige Maßnahme sieht vor, den Kleberfaden beim Verlegen entlang der zu verklebenden Zone insbesondere durch stellenweise Energiezufuhr am zugeordneten Körper vorzufixieren. Auf diese Weise läßt sich der Kleberfaden meist ohne zusätzliche Haltemittel punktuell festlegen, so daß er auch bei eventuellen Erschütterungen seine Lage unverändert beibehält. Die Fixierungsstellen können sich beispielsweise in solchen Bereichen befinden, in denen der Kleberfaden eine Änderung in seiner Verlegerichtung erfährt, um beispielsweise eine rahmenartig in sich geschlossene Kleberumrandung um eine einzelne Mikrostrukturen herum vorzusehen.

Vorzugsweise werden der oder die Kleberfäden in einer im Bereich der zu verklebenden Zonen vorgesehenen Nutanordnung des einen der zu verklebenden Körper verlegt. Diese Nutanordnung begünstigt die lagerichtige Positionierung des noch nicht aufgeschmolzenen Kleberfadens und verhindert ungewollte Lageänderungen. Die sich aus einer oder mehreren in einem bedarfsgemäßen Muster angeordneten Nuten zusammensetzende Nutanordnung ist zweckmäßigerweise durch Mikrostrukturierung in den betreffenden Körper eingebracht. Hier können je nach Material, beispielsweise Silizium oder Kunststoff, insbesondere Ätz- und/oder Abformtechniken zum Einsatz gelangen.

Nach dem Klebstoffauftrag werden die zu bondenden Körper zweckmäßigerweise mit einander zugewandten Klebeflächen aneinandergesetzt und zusammengespant, worauf sie zur Herbeiführung des Aufschmelzens des Kleberfadens einer geeigneten Behandlung, beispielsweise thermischer Art, unterzogen werden. Der geschmolzene Kleber kann sich dabei in der gegebenenfalls vorhandenen Nutanordnung verteilen und letztere, je nach Volumen, ganz oder

teilweise ausfüllen. In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn in der zu verklebenden Fläche eine oder mehrere Vertiefungen vorhanden sind, die als Verdrängungsvolumina dienen und eventuell überschüssige Klebstoffanteile aufnehmen können. Die Vertiefungen können separat zur Nutanordnung ausgebildet und mit dieser verbunden sein. Denkbar wäre auch eine Ausgestaltung der Nutanordnung mit überdimensioniertem Querschnitt, so daß ein Teil des Nutquerschnittes die Funktion der besagten Vertiefungen übernehmen kann.

Eine sich zur Durchführung des Bondverfahrens besonders eignende Vorrichtung zeichnet sich durch das Vorhandensein wenigstens der nachstehend aufgeführten Bestandteile aus:

- (a) eine erste Halterung zur lösbaren Fixierung des zu verklebenden ersten Körpers;
- (b) eine Verlegeeinrichtung zum bedarfsgemäßen Verlegen mindestens eines Kleberfadens entlang einer zu verklebenden Fläche des ersten Körpers;
- (c) eine zweite Halterung zur lösbaren Fixierung des zu verklebenden zweiten Körpers;
- (d) Spannmittel zum Zusammenspannen der beiden Halterungen bei mit ihren zu verklebenden Flächen aneinandergesetzten Körpern; und
- (e) eine Heizeinrichtung zum Erwärmen der zusammengespannten Körper einschließlich des zwischengefügten mindestens einen Kleberfadens.

Die Verlegeeinrichtung kann hierbei über eine Spulenanordnung verfügen, auf der der Kleberfaden aufgewickelt ist und von der er während des Verlegens abgewickelt wird. Durch den Einsatz einer NC- oder CNC-gesteuerten Verlegeeinrichtung lassen sich die gewünschten Kleberfadenverläufe sehr einfach und flexibel realisieren.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 die Phase des Verlegens eines Kleberfadens auf einem zu verklebenden Körper, welcher letztere in einer Halterung einer zur Durchführung des Bondverfahrens dienenden Vorrichtung angeordnet ist, in Draufsicht in einer Schnittdarstellung gemäß Schnittlinie I-I aus Fig. 2,

Fig. 2 den aus Fig. 1 ersichtlichen Verfahrensschritt im Querschnitt gemäß Schnittlinie II-II, wobei auch eine in Fig. 1 oberhalb der Zeichenebene liegende, zur Fixierung eines zweiten Körpers dienende zweite Halterung der Vorrichtung ersichtlich ist,

Fig. 3 in einem vereinfachten Teilquerschnitt ähnlich der Fig. 2 eine zweckmäßige Art des Verlegens eines Kleberfadens unter Mitwirkung einer Verlegeeinrichtung,

Fig. 4 im Querschnitt einen Teilausschnitt zweier nach dem Aufbringen eines Kleberfadens mit ihren zu verklebenden Flächen aneinandergesetzter Körper, die durch strichpunktiert dargestellte Spannmittel zusammengespannt sind,

Fig. 5 die Anordnung aus Fig. 4 in einem Zustand, in dem sie in einer strichpunktiert angedeuteten Heizeinrichtung positioniert ist, wobei ein Zustand gezeigt ist, bei dem der Kleberfaden nach Erwärmung geschmolzen und die beiden Körper zusammengeklebt sind,

Fig. 6 und 7 ausschnittsweise Darstellungen zweier verklebter Körper im Querschnitt vergleichbar der Fig. 5, wobei zusätzliche Vertiefungen ersichtlich sind, die zur Aufnahme überschüssiger Klebstoffanteile dienen, und

Fig. 8 in perspektivischer Darstellung eine weitere vorteilhafte Art des Verlegens eines Kleberfadens auf einem zu verklebenden Körper.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine allgemein mit Bezugsziffer 1 versehene Bondvorrichtung, die es ermöglicht, zwei sche-

matisch abgebildete platten- oder scheibenartige Körper 2, 3 im Rahmen der Herstellung von Mikrosystem-Komponenten miteinander zu verkleben. Einer oder beide Körper 2, 3 enthalten eine durch vorausgehende mikromechanische Prozessierung erzeugte Mikrostruktur, beispielsweise in Form von Durchbrechungen, Kanälen oder Vertiefungen, die je nach Einsatzzweck einer herzustellenden Mikrosystem-Komponente unterschiedliche Funktionen haben können. Die Herstellung der Mikrostrukturen erfolgt durch bekannte mikrotechnologische Verfahren, die auch vom Material des betreffenden Körpers abhängen, so beispielsweise durch Ätzverfahren oder durch Abformtechnik. Beim Ausführungsbeispiel bestehen die zu verklebenden Körper 2, 3 aus Halbleitermaterial, insbesondere aus Silizium, es wäre aber beispielsweise auch Kunststoffmaterial möglich.

Beim Ausführungsbeispiel ist nur ein erster (2) der beiden Körper mit einer Mikrostruktur versehen, die sich aus mehreren über die Körperfläche verteilten mikrostrukturierten Bereichen 4 zusammensetzt, die in Fig. 1 durch Quadrate angedeutet sind. Der zweite Körper 3 ist in der Zeichnung lediglich als unstrukturierter Körper dargestellt.

Die beiden zu verklebenden Körper 2, 3 verfügen über einander zugewandte zu verklebende Flächen 2', 3'. Diese sind in zu verklebende Zonen 5 und in nicht zu verklebende Zonen unterteilt, wobei letztere im vorliegenden Fall von den mikrostrukturierten Bereichen 4 gebildet sind. Die zu verklebenden Zonen 5 stellen beim Ausführungsbeispiel rahmenartige Umrandungen der mikrostrukturierten Bereiche 4 dar, die so miteinander verknüpft sind, daß sie auf der betreffenden Fläche 2', 3' eine Art Gitterstruktur darstellen.

Um ein mikrotechnologisches Bauteil herzustellen, wird im Bereich der zu verklebenden Zonen 5 zwischen den beiden Körpern 2, 3 ein Klebstoff 8 plaziert. Anschließend werden die Körper 2, 3 mit ihren zu verklebenden Flächen 2', 3' gemäß Fig. 2 (Pfeil 6) aneinandergesetzt und gemäß Fig. 4 unter Verwendung von Spannmitteln 7, die beispielsweise klammerartig ausgeführt sein können, fest zusammengespannt. Hernach werden die zusammengespannten Körper 2, 3 durch eine in Fig. 5 strichpunktiert angedeutete Heizeinrichtung 12 erwärmt, beispielsweise in einem Heizofen. Auch eine andere Einrichtung zur Energiezufuhr könnte verwendet werden, beispielsweise optischer Art. Die Ausgestaltung wird in Abhängigkeit von der Materialart des Kleberfadens gewählt. Die Erwärmung bringt den beim Ausführungsbeispiel als Schmelzkleber ausgeführten Klebstoff 8 zum Schmelzen, so daß im Bereich der zu verklebenden Zonen 5 eine feste und vorzugsweise auch fluiddichte Klebeverbindung entsteht.

In gleicher Weise können mit einem oder beiden Körpern 2, 3 weitere Körper verklebt werden, so daß sich ein sandwich- bzw. schichtartiger Aufbau ergibt. Die Mehrfachklebevorgänge können auch gleichzeitig abgewickelt werden.

Es könnte ein Kleberfaden zum Einsatz gelangen, durch den durch einen irgendwie gearteten Wirkmechanismus beim Schmelzen eine chemische Reaktion stattfindet (z. B. durch Aufnahme von Luftsauerstoff oder Wasserdampf aus der Luft), die bewirkt, daß bei einem erneuten Erwärmen kein Lösen des Verbundes mehr stattfindet. Dies begünstigt die Herstellung mehrschichtiger Körperverbünde. Möglich wäre auch die parallele Verlegung zweier Kleberfäden, die als Zweikomponentenkleber fungieren würden.

Nach dem Verkleben der Körper 2, 3 wird der dann vorliegende Schichtkörper rechtwinkelig zu seiner Erstreckungsebene durch geeignete Trennverfahren geteilt, so daß sich einzelne Komponenten ergeben, die jeweils einen oder mehrere mikrostrukturierte Bereiche 4 umfassen und die sich in Mikrosystemen einsetzen lassen. Bei diesen Komponenten kann es sich beispielsweise um Mikroventile im

Mehrschichtaufbau handeln.

Der Zerteilungsvorgang ist nicht notwendigerweise erforderlich, wenn der hergestellte Schichtkörper als eigenständige Mikrosystem-Komponente eingesetzt wird. Exemplarisch für einen solchen Aufbau zeigt die Fig. 8 einen Klebstoffauftrag auf einen Körper 2, der lediglich einen mikrostrukturierten Bereich 4 aufweist. Die in Fig. 1 und 2 gezeigte Fertigung im Substratverbund mit anschließender Vereinzelung wird allerdings in der Regel Fertigungsverfahren insbesondere auch auf der Kostenseite zur Folge haben.

Beim Verkleben der beiden Körper 2, 3 wird beim Ausführungsbeispiel als Klebstoff 8 ein bei Erwärmung schmelzender und dabei eine Klebewirkung entfaltender biegeflexibler Kleberfaden 13 verwendet, der eine definierte Querschnittsform aufweist. Dieser Kleberfaden wird an der zu verklebenden Fläche 2' des ersten Körpers 2 entlang den zu verklebenden Zonen 5 verlegt. Er besteht beim Ausführungsbeispiel aus einem thermoplastischen Kunststoffmaterial, das bei Raumtemperatur noch keine Klebeeigenschaften aufweist, wobei er in diesem nicht-klebenden Zustand an den zu verklebenden Zonen 5 platziert wird. Zur Vereinfachung der Darstellung ist der Kleberfaden 13 in Fig. 1, 3 und 8 als einfache Linie gezeichnet. Denkbare andere Klebmaterialien wären beispielsweise Metall- oder Glaslot oder ein Reaktivklebstoff.

Da der Kleberfaden 13 im Verlegezustand nicht klebt, läßt er sich sehr leicht an den gewünschten Stellen positionieren. Er kann zudem sehr einfach als Endlosfaden auf einer Speichereinrichtung 14 bereitgestellt werden, von der er dem Verlegefortschritt entsprechend entnommen wird. Als Speichereinrichtung 14 bietet sich insbesondere eine Spulenordnung 15 an, auf der der Kleberfaden 13 ähnlich einer Gamrolle aufgewickelt ist und von der er dem Verarbeitungsfortschritt entsprechend abgezogen bzw. abgewickelt werden kann, was ein kontinuierliches Verlegen gestattet.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen einen Anwendungsfall, bei dem sämtliche zu verklebenden Zonen 5 mit einem einzigen, ununterbrochen durchgehenden Kleberfaden 13 bestückt werden. Das Verlegen des Kleberfadens 13 erfolgt hierbei zweckmäßigerweise unter Einsatz einer Speichereinrichtung 14 enthaltenden Verlegeeinrichtung 16, welche den Kleberfaden 13 ausspendet und die dem gewünschten Verlauf entsprechend über die zu verklebende Fläche 2' des ersten Körpers 2 hinwegbewegt wird, wobei der Kleberfaden 13 in der jeweils benachbarten Zone 5 abgelegt wird. Um den gitterartigen Verlauf der zu verklebenden Zonen 5 abzudecken, wird der Kleberfaden 13 zweckmäßigerweise mit Überkreuzkonfiguration verlegt, so daß sich eine Vielzahl von von Klebstoff umrahmten Körperbereichen einstellt, die von den mikrostrukturierten Bereichen 4 gebildet sind. Während des Verlegevorganges wird der Kleberfaden 13 einseitig zweckmäßigerweise körperfest fixiert (Befestigungsstelle 17 in Fig. 1 bis 3), von wo aus er linear mehrfach über die zu verklebende Fläche 2' hinweg verlegt wird. Die Befestigungsstelle 17 befindet sich beim Ausführungsbeispiel neben dem Körper 2 an einer ersten Halterung 18 der Bondvorrichtung 1. An dieser ersten Halterung 18 ist der erste Körper 2 unter Verwendung nicht näher gezeigter Befestigungsmittel lösbar fixiert.

Entlang des Umrisses des ersten Körpers 2 verteilt sind an der ersten Halterung 18 mehrere Haltemittel 22 vorgesehen, die beim Ausführungsbeispiel stiftartig ausgeführt sind und ausgehend von einer den ersten Körper 2 tragenden Grundplatte 23 neben einer Aufnahme 24 für den ersten Körper 2 hochragen, so daß letzterer durch diese Haltemittel 22 beispielsweise zaunähnlich umgrenzt wird. Die zuvor erwähnte anfängliche Befestigungsstelle 17 befindet sich an einem der Haltemittel 22. Die übrigen Haltemittel 22 werden nun

ebenfalls dafür verwendet, um den verlegten Kleberfaden 13 zu fixieren, und insbesondere auch dazu, Umlenkstellen 25 zu definieren, die eine Änderung der Verlegerichtung ermöglichen. Der Kleberfaden 13 ist somit in eine Vielzahl linearer Abschnitte unterteilt, die sich zwischen den Haltemitteln 22 erstrecken.

Es versteht sich, daß der zum Verkleben zweier Körper 2, 3 verwendete Klebstoff auch durch Applikation mehrerer einzelner Klebefäden an den gewünschten Stellen platziert werden kann. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 3 wäre es beispielsweise denkbar, eine erste Schar und eine zweite Schar von untereinander jeweils parallel verlaufenden Kleberfäden anzubringen, welche sich unter einem bestimmten Winkel überkreuzen, der sich insbesondere auch an der Gestaltung der mikrostrukturierten Bereiche 4 orientieren kann und bei dem es sich vorliegend um einen rechten Winkel handelt. Möglich wäre es auch, einen oder mehrere Kleberfäden in Gestalt einer Gitterstruktur oder einer anderen geeigneten Maskenstruktur als Ganzes auf dem betreffenden Körper zu platzieren.

Wie aus Fig. 8 hervorgeht, können Befestigungs- und/oder Umlenkstellen 17, 25 auch unmittelbar an dem mit Klebstoff zu beschickenden ersten Körper 2 vorgesehen werden. Diese Befestigungs- bzw. Umlenkstellen 17, 25 werden beispielsweise dadurch definiert, daß man den Kleberfaden 13 während seines Verlegens durch stellenweise bzw. punktuelle Erwärmung oder sonstigen Energieeintrag an der zu verklebenden Fläche 2' vorfixiert. In diesem Fall kann die Verlegeeinrichtung 16 zusätzlich zu der den Kleberfaden 13 liefernden Ausspendeinrichtung 26 auch eine Aufschmelzeinrichtung 27 enthalten, die beispielsweise eine dem Verlegeweg des Kleberfadens 13 nachführbare Aufschmelzelektrode 28 besitzt, die gemäß Doppelpfeil 32 rechtwinklig zur Erstreckungsebene des Körpers 2 positionierbar ist, um den Kleberfaden 13 punktuell mit gleichzeitiger Wärmeeinwirkung gegen die zu verklebende Fläche 2' zu drücken. Die Kontaktbereiche zwischen der Aufschmelzelektrode 28 und dem ersten Körper 2 bilden dann von Fall zu Fall eine Befestigungsstelle 17 und/oder eine Umlenkstelle 25. Anstelle der Aufschmelzelektrode 28 könnte beispielsweise auch ein Laserwerkzeug Verwendung finden.

Das Verlegen des oder der Klebefäden 13 über die zu verklebenden Zonen 5 hinweg kann, insbesondere auch in Abhängigkeit von der Art und Weise der körperfesten Fixierung des jeweiligen Kleberfadens 13, mit geringfügigem Abstand zur zu verklebenden Fläche 2' und/oder unter Berührungskontakt zu der zu verklebenden Fläche 2' erfolgen. In jedem Fall ist es jedoch von Vorteil, wenn das Verlegen des mindestens einen Kleberfadens 13 in einer im Bereich der zu verklebenden Zonen 5 vorgesehenen Nutanordnung 33 erfolgt, die in die zu verklebende Fläche 2' des betreffenden Körpers 2 eingebracht ist. Diese Nutanordnung 33 kann zum einen zur Aufnahme des in der Heizeinrichtung 12 zum Schmelzen gebrachten Klebers dienen, wobei sie verhindert, daß der Klebstoff unkontrolliert in nicht zu verklebende Zonen abfließt. Zusätzlich kann die Nutanordnung 33 auch zur Erleichterung der Positionierung des Kleberfadens 13 beitragen.

Die Nutanordnung 33 hat beim Ausführungsbeispiel eine gitterartige Konfiguration und folgt dem Verlaufsmuster der zu verklebenden Zonen 5. Dementsprechend ist jeder mikrostrukturierte Bereich 4 von einer ringartig in sich geschlossenen nutartigen Vertiefung umrahmt, wobei sämtliche Vertiefungen miteinander kommunizieren, so daß ein durchgehender ungehinderter Verlauf des einzulegenden Kleberfadens 13 gewährleistet ist.

Die Nutanordnung 33 wird zweckmäßigerweise durch geeignete Mikrostrukturierung des betreffenden Körpers 2 er-

zeugt und kann bei der Herstellung der mikrostrukturierten Bereiche 4 heraus strukturiert werden.

Bei der Durchführung des beispielesgemäßen Klebverfahrens wird also zunächst der Klebstoff 8 in Form einer nicht klebenden faserartigen Kleberstruktur (Kleberfaden 13) an der zu verklebenden Fläche 2' des ersten Körpers 2 plaziert. Anschließend wird der zweite der zu verklebenden Körper 3 mit seiner zu verklebenden Fläche 3' voraus auf die zu verklebende Fläche 2' des ersten Körpers 2 aufgelegt. Dabei wird anfänglich in der Regel ein unmittelbarer Berührungskontakt zwischen den beiden Körpern 2, 3 vermieden werden, weil der Kleberfaden 13 gemäß Fig. 4 ein Stück weit über die zu verklebende Fläche 2' des ersten Körpers 2 vorragt, so daß zwischen den beiden Körpern 2, 3 ein parallel zu deren Erstreckungsebene verlaufender spaltartiger Zwischenraum 34 verbleibt. Das Aufsetzen des zweiten Körpers 3 geschieht zweckmäßigerweise mit Hilfe einer geeigneten Handhabungseinrichtung 35, die an einer zweiten Halterung 36 angreift, an der der zweite Körper 3 lösbar fixiert ist.

Die beiden aneinandergesetzten Körper 2, 3 werden dann zweckmäßigerweise durch die schon erwähnten Spannmittel 7 fest zusammengespannt, so daß der noch als Festkörper vorliegende Kleberfaden 13 zwischen den beiden Körpern 2, 3 fest eingespannt ist.

Zweckmäßigerweise verfügen die beiden Halterungen 18, 36 über nicht näher dargestellte Positionierungsmittel, die derart zusammenwirken können, daß sich die beiden Halterungen 18, 36 nur in einer vorbestimmten Position aneinandersetzen lassen, so daß sich automatisch eine lagerichtige Ausrichtung der beiden zu verbindenden Körper 2, 3 einstellt. Beispielsweise wäre es möglich, die zweite Halterung 36 so auszuführen, daß sie sich in die erste Halterung 18 einsetzen läßt.

Die zusammengespannten Körper 2, 3 werden anschließend in eine Heizeinrichtung 12 verbracht, wo durch Wärmezufuhr ein Schmelzen des oder der Kleberfäden 13 hervorgerufen wird. Beim Schmelzen verteilt sich der Klebstoff in der zu verklebenden Zone 5, wobei sich gleichzeitig die beiden Körper 2, 3 einander annähern, bis sie unter Berührungskontakt aneinander anliegen. Dieser Vorgang wird durch die Spannmittel 17 begünstigt.

Aus Fig. 5 ist ersichtlich, wie sich das Material des aufschmelzenden Kleberfadens 13 beim Aufschmelzen über den Querschnitt des jeweils zugeordneten Bereiches der Nutanordnung 33 verteilt und letztere zweckmäßigerweise vollständig ausfüllt. Dabei bilden die seitlichen Nutbegrenzungsflächen eine Art Barriere, die ein Ausfließen des flüssigen oder pastösen Klebstoffes in die benachbarten Fügezonen verhindern.

Die Verwendung eines Kleberfadens mit definierter Querschnittsform ermöglicht eine exakte Dosierung der erforderlichen Klebstoffmenge an sämtlichen zu verklebenden Zonen. Es ist insbesondere möglich, einen Kleberfaden 13 mit durchgehend konstantem Querschnitt zu verwenden, wobei sich ein kreisförmiger Querschnitt besonders anbietet. Es sind allerdings auch andere Fadenquerschnitte denkbar.

Insbesondere wenn ein Kleberfaden 13 zur Anwendung gelangen soll, der aus Gründen einer kostengünstigeren Herstellung mit relativ großen Toleranzen kalibriert wurde, kann sich unter Umständen im geschmolzenen Zustand ein Klebstoffüberschuß ergeben, der vom Querschnitt der gegebenenfalls vorhandenen Nutanordnung 33 nicht vollständig aufgenommen werden kann. Um auch in solchen Fällen eine Verunreinigung nicht zu verklebender Zonen zu vermeiden, können gemäß Fig. 6 und 7 in der zu verklebenden Fläche 2' des betreffenden Körpers 2 eine oder mehrere nutartige Vertiefungen 37 vorgesehen sein, die überschüssige Klebstoffanteile aufnehmen können.

Die Fig. 6 zeigt im Querschnitt zwei miteinander verklebte Körper 2, 3, wobei der erste Körper 2 über die schon erwähnte Nutanordnung 33 verfügt und desweiteren mit einer Anordnung von Vertiefungen 37 versehen ist, wobei die Vertiefungen 37 zweckmäßigerweise in unmittelbarer Nachbarschaft der Nuten der Nutanordnung 33 verlaufen. Die Vertiefungen 37 können sich parallel zu den Nuten der Nutanordnung 33 erstrecken. Dabei ist vorgesehen, daß die Anordnung von Vertiefungen 37 mit der Nutanordnung 33 kommuniziert, zu welchem Zweck beim Ausführungsbeispiel der Fig. 6 sich zweckmäßigerweise über die gesamte Länge der Nutanordnung 33 erstreckende Übergangsbereiche 38 vorgesehen sind. Letztere sind zweckmäßigerweise als Vertiefungen in eine oder beide zu verklebenden Flächen eingebracht, deren Tiefe etwas geringer ist als diejenige der Nuten der Nutanordnung 33 und der Vertiefungen 37, so daß sich zwischen letzteren eine Art Barriere 42 einstellt, die der überschüssige Klebstoff überwindet, um in die Vertiefung 37 überzuströmen. Strichpunktiert ist auch noch der Ausgangszustand des ungeschmolzenen Kleberfadens 13 angedeutet.

Die Ausführungsform der Fig. 7 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 6 dadurch, daß die Vertiefungen 37 nicht separat ausgeführt sind, sondern einen Bestandteil der im Querschnitt entsprechend vergrößerten Nuten der Nutanordnung 33 bilden. Mit anderen Worten ist hier das Volumen der Nutanordnung durch entsprechende Verbreiterung der Nuten im Vergleich zum Volumen des Kleberfadens 13 vergrößert, so daß im geschmolzenen Zustand mit Sicherheit das gesamte Klebervolumen aufgenommen wird und nicht teilweise in die sich seitlich neben der Nutanordnung 33 anschließenden Fugebereiche 43 verdrängt wird.

Insgesamt basiert also das beschriebene Verfahren vorzugsweise darauf, daß wenigstens teilweise strukturierte Schichtkörper durch Klebstoff verklebt werden, der im Ausgangszustand in Form eines oder mehrerer zweckmäßigerweise biegeflexibler Kleberfäden vorliegt. Dabei werden beim Ausführungsbeispiel in geeigneter Weise thermisch anschmelzbare Kunststoff-Fäden an vordefinierter Stelle (zu verklebende Zonen 5) zwischen den zu verbindenden und in der Regel mikrotechnologisch vorprozessierten Körpern 2, 3 positioniert, worauf die einzelnen Bestandteile miteinander in Kontakt gebracht und die Klebeverbindung durch Aufschmelzen der Kleberfäden hergestellt wird. Die Kleberfäden können in gerader Linie über das jeweilige Substrat geführt werden, wobei sich sehr leicht eine Berandung der zu verklebenden Einzelchips realisieren läßt, wenn zwei Anordnungen von Kleberfäden in definierter Winkellage zueinander angeordnet werden. Hier lassen sich beispielsweise Einzelchips von quadratischer, rechteckiger oder rautenförmiger Gestalt realisieren. Es besteht überdies die Möglichkeit, durch Aufkleben des Kleberfadens an definierter Stelle eines der zu verbindenden Körper eine Berandung eines Chips bzw. eines mikrostrukturierten Bereiches 4 vorzusehen, die sich somit quasi aus Linienstücken zusammensetzt, die von unterschiedlichen Längenabschnitten eines Kleberfadens gebildet sind.

Ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung besteht darin, daß infolge der definierten Geometrie der verwendeten Kleberfäden 13 definierte Klebemengen an definierter Stelle appliziert werden können. Da zumindest die maßgebliche Klebewirkung erst nach gewissen externen Einflüssen, beispielsweise einem Energieeintrag, eintritt, können selbst komplizierte Klebstoffverläufe mit der für eine Klebung benötigten Klebemenge versehen werden, ohne daß Topf- und Verarbeitungszeiten des Klebers in begrenzender Weise auf die Menge der zu verklebenden Strukturen Einfluß nehmen können.

Patentansprüche

1. Mikrotechnologisches Bondverfahren zur Herstellung einer Klebeverbindung zwischen zwei Körpern (2, 3) bei der Fertigung von Mikrosystem-Komponenten, beispielsweise von Mikroventilen, wobei im Bereich der zu verklebenden Zonen (5) wenigstens einer der zu verklebenden Flächen (2') ein Klebstoff (8) plaziert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Klebstoff mindestens ein bei bestimmten äußeren Einwirkungen eine Klebewirkung entfaltender Kleberfaden (13) mit definierter Querschnittsform verwendet wird, der entlang den zu verklebenden Zonen (5) verlegt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Klebstoff mindestens ein bei Energiezufuhr eine Klebewirkung entfaltender Kleberfaden (13) verwendet wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Klebstoff mindestens ein bei Energiezufuhr schmelzender Kleberfaden (13) verwendet wird. 20
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiezufuhr durch Erwärmung erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) aus thermoplastischem Kunststoffmaterial, oder aus einer Metall-Legierung oder aus Glaslot oder aus Reaktivklebstoff besteht. 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) im nicht klebenden Zustand im Bereich der zu verklebenden Zonen (5) plaziert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) unter Verwendung einer Haltestruktur (22) mit geringfügigem Abstand zur zu verklebenden Fläche (2') verlegt wird. 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) unter Berührungskontakt zu den zu verklebenden Zonen (5) verlegt wird. 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) zum Erhalt mehrerer von Klebstoff (8) umrahmter Bereiche (4) wenigstens eines Körpers (2) mit Überkreuzkonfiguration verlegt wird. 45
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden einzeln verlegt wird. 50
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Kleberfäden in Gestalt einer zusammenhängenden und insbesondere gitterartigen Maskenstruktur verlegt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) in einer im Bereich der zu verklebenden Zonen (5) vorgesehenen Nutanordnung (33) eines zu verklebenden Körpers (2) verlegt wird. 55
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Nutanordnung (33) durch Mikrostrukturierung des betreffenden Körpers (2) erzeugt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß man in der die Nutanordnung (33) aufweisenden Flächen (2') des zu verklebenden Körpers (2) eine oder mehrere mit der Nutanordnung (33) kommunizierende und/oder wenigstens teilweise von 60

dieser gebildete Vertiefungen (37) vorsieht, die zur Aufnahme von beim Klebevorgang überschüssigen Klebstoffanteilen dienen können.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß man die zu verklebenden Körper (2, 3) nach dem Klebstoffauftrag mit einander zugewandten zu verklebenden Flächen (2', 3') unter Vorspannung aneinandersetzt und anschließend zur Herbeiführung eines Schmelzvorganges mindestens einem Kleberfaden (13) Energie, insbesondere in Form von Wärme, zuführt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß man den mindestens einen Kleberfaden (13) beim Verlegen entlang der zu verklebenden Zonen (5) durch insbesondere stellenweise Energiezufuhr am zugeordneten Körper (2) vorfixiert.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Kleberfaden (13) bei seinem Verlegen an neben dem zugeordneten Körper (2) angeordneten und beispielsweise stiftartig ausgebildeten Haltemitteln (22) fixiert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch die Verwendung eines einzelnen, durchgehend zusammenhängenden Kleberfadens (13) und/oder mehrerer einzelner Kleberfäden.

19. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet durch wenigstens folgende Bestandteile:

- (a) eine erste Halterung (18) zur lösbaren Fixierung des zu verklebenden ersten Körpers (2);
- (b) eine Verlegeeinrichtung (16) zum bedarfsgemäßen Verlegen mindestens eines Kleberfadens (13) entlang einer zu verklebenden Fläche (2') des ersten Körpers (2);
- (c) eine zweite Halterung (36) zur lösbaren Fixierung des zu verklebenden zweiten Körpers (3);
- (d) Spannmittel (9) zum Zusammenspannen der beiden Halterungen (18, 36) bei mit ihren zu verklebenden Flächen (2', 3') aneinandergesetzten Körpern (2, 3); und
- (e) eine Heizeinrichtung (12) zum Erwärmen der zusammengespannten Körper einschließlich des zwischengefügten mindestens einen Kleberfadens (13).

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

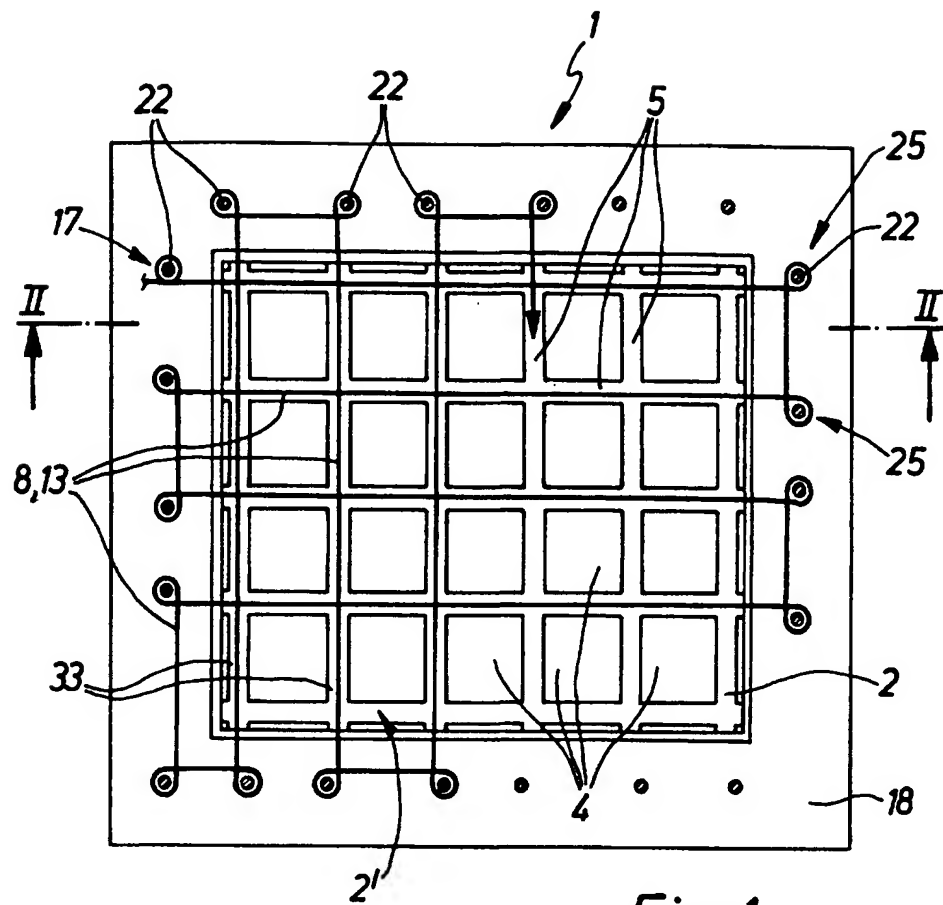


Fig. 1

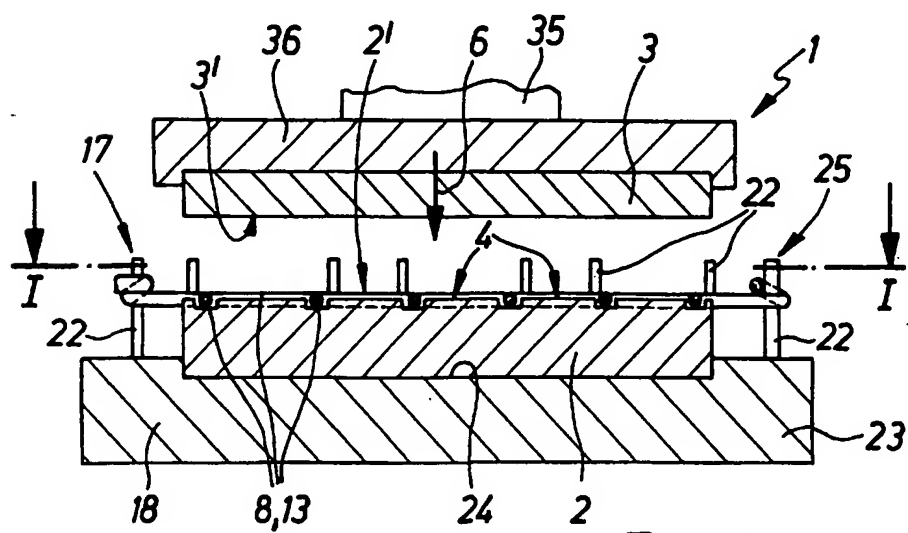


Fig. 2

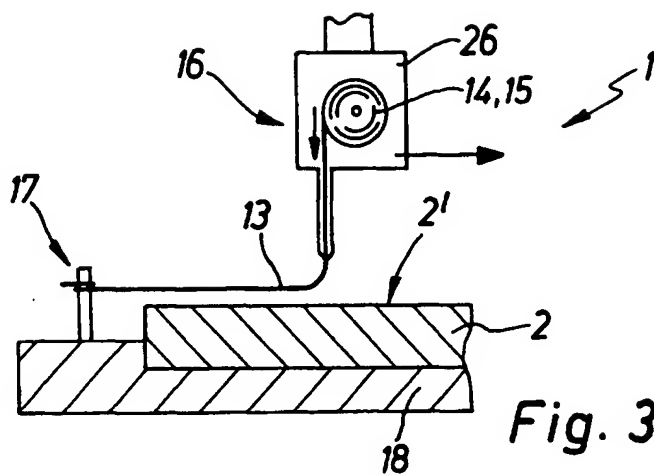


Fig. 3

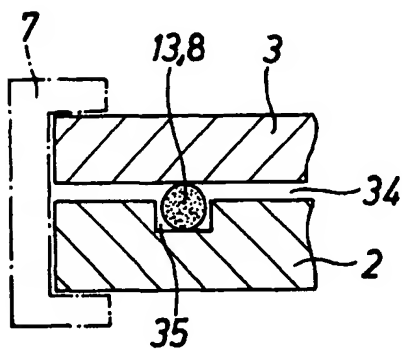


Fig. 4

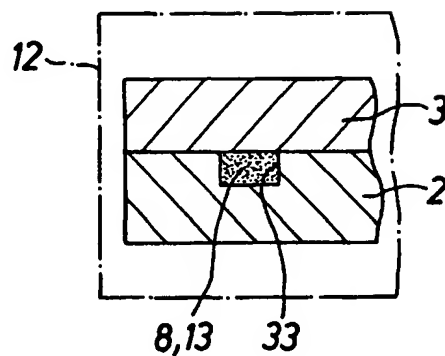


Fig. 5

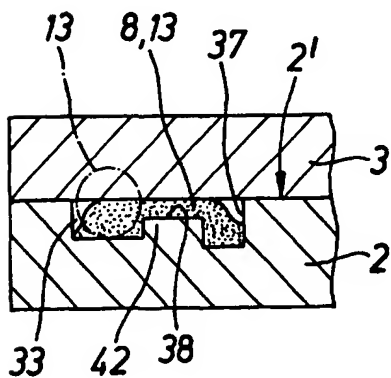


Fig. 6

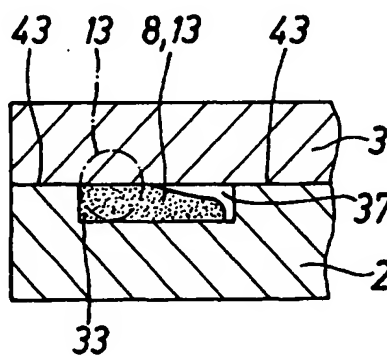


Fig. 7

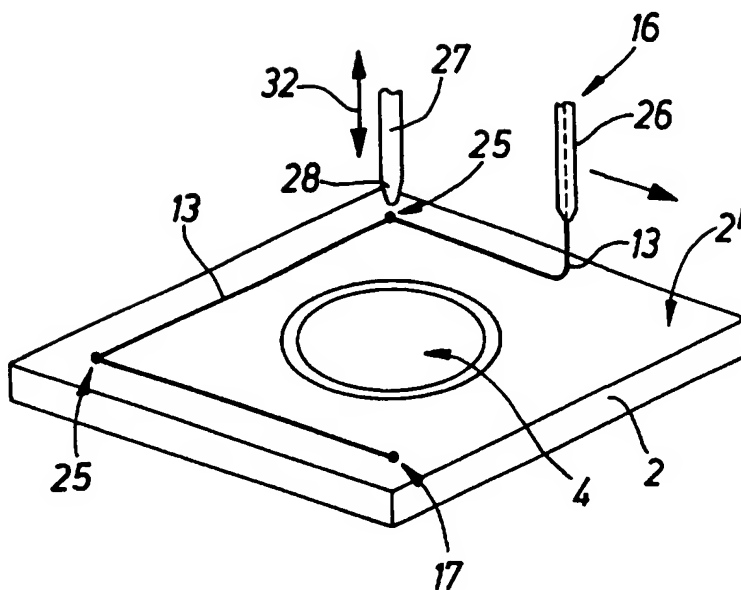


Fig. 8